

0- 791070

На правах рукописи



ОЛЕНОВА КСЕНИЯ ЮРЬЕВНА

**ЛИТОЛОГИЯ И ПРИРОДНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ НИЖНЕПЕРМСКИХ
КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КОЛВИНСКОГО
МЕГАВАЛА**

Специальность 25.00.06 – «Литология»

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук**

Москва – 2011

Работа выполнена на кафедре литологии Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина

**Научный
руководитель:**

доктор геолого-минералогических наук,
профессор
Кузнецов Виталий Германович

**Официальные
оппоненты:**

доктор геолого-минералогических наук,
профессор, заместитель директора по науке
Фортунова Наталья Константиновна
ФГУП «Всероссийский научно-
исследовательский геологический нефтяной
институт»

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000688470

кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник кафедры
промышленной геологии нефти и газа,
Страхов Павел Николаевич
Российский государственный университет
нефти и газа им. И.М. Губкина

**Ведущая
организация:**

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

Защита состоится «27» декабря 2011 года в 15 часов на заседании Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.200.02 при Российском государственном университете нефти и газа им. И.М. Губкина по адресу: 119991, Москва, Ленинский проспект, 65, корпус 1, ауд. 232.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина.

Автореферат разослан «24» ноября 2011 г. Объявление о защите диссертации и автореферат размещены на официальном сайте РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина <http://www.gubkin.ru> и направлены на размещение в сети Интернет Министерством образования и науки Российской Федерации по адресу referat_vak@mon.gow.ru.

Ученый секретарь Совета по защите
докторских и кандидатских диссертаций,
канд. г.-м. н., доц.

Е.А.Леонова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

В настоящее время Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция обладает значительными, еще не освоенными ресурсами нефти и газа и является перспективной территорией развития нефтяной и газовой промышленности европейской части России. Близость к основным внутренним энергопотребителям, а также действующим и проектируемым системам экспортных нефте- и газопроводов делает этот регион благоприятным для развития.

Главным объектом пристального изучения на протяжении долгого времени оставался карбонатный девон, где были открыты многочисленные органогенные постройки – от простых биостромов до мощных сложно дифференцированных рифовых массивов – и связанные с ними месторождения нефти и газа. Карбонатные отложения нижней перми являются относительно новым объектом, интересным для исследования геологов-нефтяников. Их подробное и внимательное изучение необходимо и для оптимальной разработки открытых месторождений и для прогнозирования зон развития коллекторов, формирующихся в подобных палеогеографических условиях. Именно карбонатные отложения нижней перми в северной части Колвинского мегавала Тимано-Печорской плиты являются объектом настоящей работы.

Цель работы

Создание модели строения природного резервуара ассельско-сакмарских отложений северной части Колвинского мегавала и оценки его коллекторского потенциала на базе литолого-фациальных реконструкций.

Основные задачи исследования

1. Дать детальную петрографическую характеристику отложений с точки зрения их состава, строения, типов вторичных изменений.
2. Изучить распределение отдельных типов пород по разрезу и площади.

3. Восстановить фациальные обстановки формирования ассельско-сакмарских отложений.

4. Изучить фильтрационно-емкостные свойства отложений, их связи с литологическими показателями отдельных типов пород.

5. Исследовать распределение ФЕС в объеме ассельско-сакмарских отложений с точки зрения определения однородности и количественной характеристики отложений различных фациальных обстановок.

Научная новизна выполненной работы

1. Впервые для данного региона дана столь подробная петрографическая характеристика изучаемых отложений.

2. Выявлено несколько видов биологических сукцессий, впервые дано детальное описание микрокодиевых известняков.

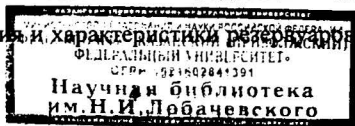
3. Установлены количественные соотношения Кп с разными структурными типами пород, зависимости Кпр от Кп для всей совокупности пород, на основании анализа структуры пустотного пространства выявлена роль и количественные характеристики пустот различных типов.

4. Детализованы фациальные обстановки раннепермского шельфа с выделением отмельной зоны с развитием биостромного массива и обрамляющих его органогенно-обломочных и микросгустковых известняков.

Практическая ценность и реализация

Модель строения природного резервуара ассельско-сакмарских отложений, созданная на базе литолого-фациальных реконструкций во многом помогает адекватной геометризации залежи и созданию оптимальной системы разработки, способствует более успешной эксплуатации месторождения.

Подобный подход к анализу объекта, реконструкции условий его образования и преобразования, выявлению взаимосвязей ФЕС с типами пород, с их латеральной и вертикальной изменчивостью может быть применен в карбонатных отложениях подобного типа и открывает возможности для выявления и характеристики резервуара. В дальнейшем, в



случае выявления месторождений, такие модели являются основой для их правильной и обоснованной разработки и эксплуатации.

Основные защищаемые положения

1. Фациальные реконструкции ассельско-сакмарских отложений северной части Колвинского мегавала, на основе которых в пределах мелководного шельфа Палеоуральского океана выделены две фациальные зоны морского бассейна среднеокеанической солености: 1) обширной отмели, где преобладают известняки с биогермной структурой, которые в целом образуют сложно построенный биостромный массив и 2) обрамляющих склонов с преимущественным накоплением известняков органогенно-обломочных с микрозернистым цементом и микросгустковых разностей.

2. Преобладающим типом коллекторов является порово-каверновый с развитием различных по морфологии, размерам и происхождению пустот. Установлены соотношения величин пористости со структурными типами карбонатных пород, вклад в общий объем пористости породы пустот различного типа.

3. На фациальной основе создана модель строения природного резервуара ассельско-сакмарских отложений. Разрезы биостромного массива характеризуются относительно однородным строением и несколько более высокими значениями ФЕС. В склоновых фациях разрезы значительно более дифференцированы, где переслаиваются пласты с разными значениями коллекторских параметров.

Апробация работы и публикации

Результаты выполненных исследований и основные положения работы докладывались на V Всероссийском литологическом совещании «Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли», г. Екатеринбург, 28–30 октября 2008 г.; на XVIII Губкинских чтениях «Инновационное развитие нефтяной и газовой промышленности России: наука и образование», г. Москва, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 24-25

ноября 2009 г.; на Всероссийском литологическом совещании «Рифы и карбонатные псефитолиты», г. Сыктывкар, Институт Геологии Коми НЦ УрО РАН, 5–7 июля, 2010 г.; на Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Молодые в геологии нефти и газа», г. Москва, ВНИГНИ, 21–23 марта 2011 г.; на 6-м Всероссийском литологическом совещании «Концептуальные проблемы литологических исследований в России», г. Казань, КФУ, 26-30 сентября 2011 г.. По теме диссертационной работы опубликовано 8 печатных работ, в том числе 2 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура работы

Диссертационная работа изложена на 210 страницах машинописного текста, содержит 150 рисунков, 21 таблицу и 4 приложения. Диссертация состоит из введения, 6 разделов, основных выводов и списка использованной литературы из 96 наименований.

Диссертационная работа выполнена в аспирантуре Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина на кафедре «Литология».

Автор выражает искреннюю благодарность за оказанную помощь при работе над диссертацией, квалифицированные советы и консультации своему научному руководителю д.г.-м.н., проф. Кузнецову В.Г., зав. кафедрой литологии д.г.-м.н., проф. Постникову А.В., за помощь при литологических описаниях типов пород научному сотруднику кафедры Сипидиной Л.С., за предоставление материала и помощь в работе руководству ООО «Арктик-ГЕРС», в том числе к.г.-м.н. Постникову Е.В.

Фактический материал

Литологическая характеристика отложений базируется на основе исследования кернa восьми скважин (примерно 835 погонных метров), стандартных шлифов (около 1700 шлифов), фотографий кернa при естественном освещении и в ультрафиолетовом свете, данных результатов рентгено-структурного анализа.

В работе использованы результаты петрофизических исследований керна, в том числе более 4470 определений пористости и проницаемости. Петрофизические исследования керна выполнялись лабораторией ООО «Арктик-ГЕРС» г. Тверь.

Для построения литолого-фациальных профильных разрезов широко применялись материалы ГИС (по 74 скважинам); результаты биостратиграфических исследований, проведенных Е.М. Мусафировой.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. История изучения пермских отложений Тимано-Печорской провинции.

Пермский возраст отложений Тимано-Печорской провинции (ТПП) был установлен в конце 19 века работами А.А. Кейзерлинга, П.И. Кротова, Е.С. Федорова, А.Ф. Штукенберга, несколько позже – М.Ф. Залесского. В 20-е годы прошлого столетия были разработаны основы литологии и стратиграфии данных отложений, выявлена фациальная зональность, что связано с именами таких ученых, как Ф.Н. Чернышев, М.М. Ермолаев, М.Б. Едемский, А. Чернов, К.К. Воллосович. На основе проведенных в течение 1929-1958 гг. региональных геофизических исследований в общих чертах были определены границы и строение ТПП.

Первые скважины в северной части Тимано-Печорского нефтегазоносной провинции (ТП НТП) были пробурены в 1974 г. на острове Колгуев. Главным направлением при поисках месторождений нефти и газа в период 1971–1975 гг. стали северные территории ТПП, в том числе – Колвинский мегавал. В южной части Колвинского мегавала была завершена разведка и подсчитаны запасы самого крупного в ТПП Усинского нефтяного месторождения. К северу от него было открыто крупное Возейское месторождение и получены притоки нефти на Харьгинской и Ярейюской локальных структурах, что свидетельствовало о промышленной нефтеносности всего Колвинского мегавала (Тимано-Печорская..., 2004).

Детальные литологические, палеоэкологические и палеогеографические исследования нижнепермских карбонатных отложений, закономерности распространения фаций, вопросы, затрагивающие условия формирования, размещения коллекторов в карбонатных отложениях нижней перми, были рассмотрены в работах Г.В. Агафоновой, А.И. Антошкиной, К.И. Багринцевой, А.В. Барановой, А.А. Беляева, Л.Т. Беляковой, В.И. Богацкого, Г.И. Богацкой, Б.П. Богданова, Г.В. Важенина, А.И. Галкина, Л.В. Галкиной, Н.Б. Гишман, Л.П. Гмид, А.И. Елисеева, В.А. Жемчуговой, В.Д. Ильина, Г.А. Иоффе (Шуваловой), Н.Н. Кузькоковой, П.П. Кокиным, М.В. Коноваловой, Т.И. Кушнareвой, А.В. Мартынова, В.Вл. Меннера, М.В. Михайловой, И.С. Муравьева, Н.И. Никонова, Л.В. Пармузиной, Э.Н. Преображенской, А.И. Равикович, Р.П. Сливковой, А.А. Султанаева, С.В. Сухановой, Н.В. Танинской, В.И. Устрицкого, Н.К. Фортунатовой, Г.М. Фирер, А.М. Хитрова, В.С. Цыганко, В.А. Чермных, Б.И. Чувашова.

Основные работы по исследованию ассельско-сакмарских отложений проводились на региональном уровне. В результате огромной работы были решены проблемы регионального строения территории ТП НГП, выявлены общие закономерности формирования коллекторов и покрышек, установлена региональная палеогеография бассейнов седиментации для отдельных эпох и веков. В настоящее время стоит задача провести детальные работы на зональном и локальном уровне. Именно эта задача на примере северной части Колвинского мегавала и составила основное содержание настоящей работы.

Глава 2. Геологическое строение, стратиграфия и нефтегазоносность нижнепермских карбонатных отложений северной части Колвинского мегавала.

В главе приводится краткая характеристика осадочного чехла и фундамента, дается описание структуры поверхности нижней перми. Особое внимание уделяется рассмотрению строения Печоро-Колвинского

авлакогена, который включает в себя 3 структуры первого порядка – Печоро-Кожвинский мегавал, Денисовский прогиб и Колвинский мегавал.

Колвинский мегавал, ограничивающий с востока Денисовский прогиб, представляет собой крупную зону поднятий, почти целиком расположенную над глубоким доверхнедевонским прогибом. Отдельные структуры мегавала наследуют, однако, выступы фундамента. Восточная граница мегавала совпадает с системой тектонических нарушений, отделяющей Печоро-Колвинский геоблок от Большеземельского. В верхней части осадочного чехла этим нарушениям соответствуют флексурные перегибы. Мегавал протягивается почти в меридиальном направлении с юга на север на расстояние до 300 км при ширине 20–35 км. Максимальная амплитуда его отмечается на юге региона в пределах Усинского вала, где по карбонатным отложениям нижней перми она превышает 1000 м и постепенно снижается в северном направлении до порядка 400 м в районе Яреюского вала. Мегавал имеет асимметричное строение: углы наклона восточных крыльев до 10 и более градусов, западных 2–4°. По материалам геофизических исследований в шельфовой зоне Баренцева моря прослежено продолжение Колвинского мегавала на расстоянии 150–170 км, примерно, до широты острова Колгуев.

В состав Колвинского мегавала входит ряд крупных кулисообразно-расположенных структур (валов). С юга на север: Усинская, Возейская, Харьягинская, Ярейюская, Хыльчююская структуры, осложненные в свою очередь более мелкими куполами и брахиантиклиналями. Все валы вытянуты в северо-северо-западном направлении, значительны по размерам (50х60х20 км) и достаточно высокоамплитудны (300–400 м). Кулисообразное расположение блоков определяется Западно-Колвинской и Восточно-Колвинской системами разломов, причем если на юге и в центральной части мегавала наиболее выраженной является Восточно-Колвинская система, то на севере – Западно-Колвинская.

Поднятия II порядка, определяющие структурный облик мегавала начали формироваться с раннепермского времени, в процессе общего

поднятия территории, объединившего разнородные тектонические элементы в единую положительную структуру (Тимонин, 1998).

В главе дана краткая стратиграфическая характеристика пермской системы. Карбонатные отложения нижней перми слагают ассельский и сакмарский яруса. *Ассельский ярус* по унифицированной схеме расчленяется на холодноложский и шиханский региогоризонты, представленные карбонатными породами различного состава и строения, отражающими широкий спектр фаций. *Сакмарский ярус* по унифицированной схеме расчленяется на тастубский и стерлитамакский горизонты. Тастубский горизонт на севере Колвинского вала слагают биогенные и биогермные известняки. Стерлитамакский горизонт на Тимане отвечает верхней части пельской свиты и представлен переслаиванием известняков и доломитов. На Колвинском валу в практической работе выделение сакмарского яруса затруднительно и чаще отложения выделяются совместно с ассельскими.

В ТП НГП наиболее богатыми в отношении нефтегазоносности являются территории авлакогенов – Печеро-Колвинского и Варандей-Адзвинского. В их пределах прогнозируется более 43% всех начальных суммарных ресурсов углеводородов. По плотности неразведанных ресурсов нефти первые места занимают Варандей-Адзвинская (90 тыс. т/км²), Хорейверская (50 тыс. т/км²) и Печоро-Колвинская (45 тыс. т/км²) нефтегазоносные области (НГО).

Печоро-Колвинская НГО занимает 13% территории ТПП и концентрирует 54–55% нефтесырьевых ресурсов ТПП, пространственно совпадает с одноименным авлакогеном. В пределах данной НГО открыто 44 месторождений, среди открытых 11 относятся к категории крупных.

Наибольшее количество залежей и основные разведанные запасы углеводородов (41%) приурочены к среднедевонскому-нижнефранскому терригенному комплексу, перекрытому кыновско-саргаевскими глинами, и преимущественно карбонатному верхневизейскому-нижнепермскому

комплексу (35%), залегающему в северных районах под артинско-кунгурскими глинами.

Карбонатные резервуары высокые, регионально распространенные по площади и хорошо изолированные от верхних горизонтов. Верхневизейско-нижнепермский карбонатный нефтегазоносный комплекс регионально нефтегазоносен и считается основным в северной части ТПП. Промышленные залежи нефти, газа и конденсата на Хыльчуйском, Южно-Хыльчуйском, Ярейском, Северо-Харьгинском, Харьковском и ряде других месторождениях открыты в артинских, ассельско-сакмарских и верхне-среднекаменноугольных отложениях в поровых и порово-каверновых коллекторах, с пористостью до 20% и более, и проницаемостью до 1000×10^{-3} мкм². Залежи массивные, пластово-сводовые, литологически-экранированные.

Доля нефтяных и газовых залежей, приуроченных к карбонатным коллекторам, в общем объеме разведанных запасов углеводородного сырья провинции постоянно возрастает. Это свидетельствует о высоких перспективах открытия новых залежей углеводородов в карбонатных комплексах. Но, как показывает практика, эффективность поисково-разведочных работ на объектах такого типа ниже обычной. Часто залежи углеводородов в карбонатных резервуарах вполне правомерно относят к категории сложнопостроенных, а их запасы – к трудноизвлекаемым. Поиски, разведка и разработка таких залежей значительно затруднены из-за резкой изменчивости фильтрационно-емкостных свойств и избирательного развития высокопроницаемых коллекторов.

Глава 3. Литологическая характеристика ассельско-сакмарских отложений.

В главе дана детальная петрографическая характеристика отложений с точки зрения их состава, строения, типов вторичных изменений, пустотного пространства и нефтенасыщенности.

Карбонатные породы ассельско-сакмарского возраста представлены практически только известняками; доломитизация если имеется, проявляется ограниченно. Структурное разнообразие пород весьма значительно. В общем виде выделены четыре группы пород, отличающихся по своей структуре: известняки микрокомковато-сгустковые с органогенным, включая водорослевый, детритом, известняки органогенно-обломочные с микрозернистым и яснокристаллическим цементом, известняки детритово-полифитные и известняки биогермные. В свою очередь в некоторых группах выделены самостоятельные разновидности, в результате чего подробно рассмотрены в главе 11 типов и подтипов пород:

1. Известняки тонко-микрозернистые с криноидно-мшанковым детритом.

2. Известняки органогенно-обломочные криноидно-мшанковые, которые подразделяются на 3 подтипа по характеру цемента:

- с тонко-микрозернистым цементом;
- с тонко-микрозернистым и яснокристаллическим цементом;
- с яснокристаллическим цементом.

3. Известняки органогенно-обломочные фораминиферо-водорослевые с яснокристаллическим цементом.

4. Известняки микрокомковато-сгустковые водорослевые с органогенным детритом.

5. Известняки детритово-полифитные.

6. Известняки биогермные тубифитовые.

7. Известняки биогермные микрокодиевые.

8. Известняки биогермные водорослевые.

9. Известняки биогермные палеоаплизиновые.

Глава 4. Обстановки образования ассельско-сакмарских отложений.

В региональном плане район исследований в ассельском и сакмарском веках располагался в пределах обширного эпиконтинентального моря; это

был шельф существенно сократившегося и начавшего уже закрываться Палеоуральского океана (Зоненшайн и др., 1990). Крайне незначительное количество в карбонатных породах силикокластики позволяет полагать значительную удаленность от суши, откуда мог бы поставляться обломочный материал. Обилие и разнообразие фауны, в том числе стеногалинной, свидетельствует о том, что в изучаемом районе это было море среднеокеанической солености, а присутствие бентосных водорослей указывает на фотическую зону и небольшие в целом глубины. Наличие в ряде случаев цементации вадозного типа в виде менискового и каплевидного цемента отмечает кратковременные осушения, т.е. еще раз подтверждает мелководность данного участка бассейна.

При общей мелководности, обстановки осадконакопления и соответственно характер отложений различались в пределах изучаемого района, что проявляется, прежде всего, в различном строении разрезов, которые обобщенно можно объединить в два основных типа.

Разрезы первого типа развиты в центральной и северной частях района, имеют достаточно отчетливое трехчленное строение. В основании залегают криноидно-мшанковые, микрокомковато-сгустковые и тонко-микрозернистые известняки с тем или иным количеством тонкоперепитого карбонатного детрита. В некоторых разрезах имеются прослои известняков биогермной структуры, но они в целом не характерны для этой части разреза. Мощность этого элемента не превосходит 3–5 м.

В средней части разрезов этого типа отчетливо преобладают известняки биогермные, с разнообразными биогермостроителями – палеоаплизинами, водорослями, микрокодиями и тубифитесами. Две последние группы, как организмы не совсем ясного систематического положения сознательно обособлены и выделены из общего термина «водоросли». При этом, как правило, собственно водорослевые известняки вверх по разрезу постепенно сменяются микрокодиевыми и палеоаплизинowymi. Естественно, что в этой части присутствуют и другие

типы пород, но значение их сугубо факультативно – они образуют маломощные невыдержанные по простираению пласты и линзы.

Завершающий разрез третий элемент вновь сложен известняками органогенно-обломочными с микрозернистым цементом и микрокомковато-сгустковыми с ограниченным и не обязательным присутствием известняков биогермных. Суммарная мощность разрезов ассельско-сакмарских отложений этого типа достигает 110–120 метров. При этом породы биогермной структуры составляют от 41 до 86% от общего количества, при среднем значении 62%.

Разрезы второго типа в виде полукольца обрамляют область развития предыдущих разрезов с юго-запада, юга и юго-востока. В отличие от достаточно четко дифференцированных на три пачки разрезов первого типа, данные разрезы представлены многократным без видимой закономерности чередованием пород самой разной структуры. Содержание собственно биогермных известняков в этом типе разрезов в три раза меньше, чем в предыдущем и составляет в среднем 20%. Мощности разрезов этого типа составляют от менее 70 до 100 метров.

Наличие столь заметных различий в наборах пород и главное в самом строении разрезов, равно как и в их мощностях, свидетельствует о несколько различных обстановках соответствующих участков водоема.

Преобладание биогермных пород в центральных и северных частях, относительно однородное массивное строение среднего, нередко большего по мощности интервала, равно как и несколько бо́льшая общая мощность разрезов первого типа обуславливает представление о рифовой природе образований северной и центральной частей района. Это мнение получает наглядное графическое «подтверждение» конфигурацией профильных разрезов (рис. 1).

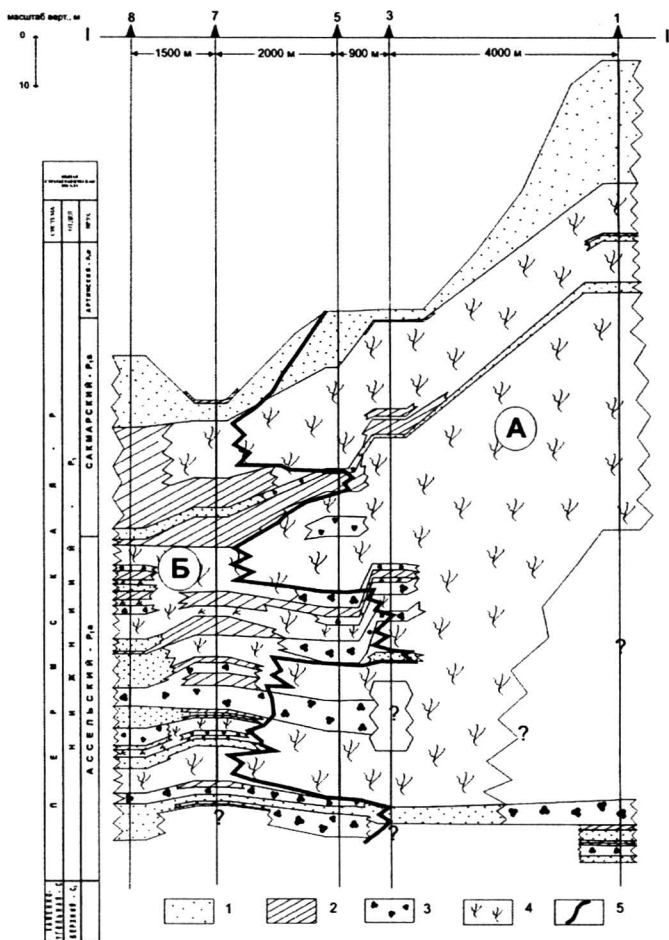


Рис. 1. Субмеридиональный литолого-фациальный профильный разрез ассельско-сакмарских отложений. (Положение разреза см. на рис. 2). 1 – известняки микрозернистые с органогенным детритом и органогенно-обломочные с микрозернистым цементом; 2 – известняки органогенно-обломочные с яснокристаллическим цементом; 3 – известняки микрокомковато-сгустковые с органогенным детритом; 4 – известняки биогермные и детритово-полифитные; 5 – граница фациальных зон. А – отложения отмели с преобладанием биогермных разностей известняков – область развития биостромного массива; Б – отложения склонов отмели с развитием органогенно-обломочных, в т.ч. с микрозернистым цементом, и микрокомковато-сгустковых известняков.

В реальности – это обширное сильно уплощенное линзовидное тело, не образующее топографически выраженного рельефа (рис. 2А). В рамках более строгой терминологии это биостромный массив, т.е. пластовое или линзовидное тело, сложенное сближенными в пространстве (и времени) отдельными биостромами (Современные..., 1990). Важно отметить, что в данном случае биостромы образованы разными, по крайней мере, четырьмя видами организмов.

Внутри постройки со сложным внутренним устройством прослеживаются определенные типы сукцессий (снизу вверх):

- 1) тубифитовый – водорослевый и водорослевый – тубифитовый;
- 2) водорослевый – палеоаплизинный;
- 3) тубифитовый – палеоаплизинный;
- 4) тубифитовый – водорослевый – палеоаплизинный и тубифитовый – палеоаплизинный – водорослевый;
- 5) водорослевый – микрокодиевый, тубифитовый – водорослевый – микрокодиевый;
- 6) водорослевый – палеоаплизинный – микрокодиевый;
- 7) палеоаплизинный – микрокодиевый.

Исходя из данных последовательностей (типов сукцессий) выделены определенные закономерности расположения биоценозов в биогермах. Нижнюю часть их по преимуществу составляют тубифитовый либо водорослевый биоценозы, далее вверх по разрезу их сменяет палеоаплизинный, а завершает сукцессионный ряд – микрокодиевый биоценоз.

Условия и механизмы осадконакопления в зоне биостромного массива и вне него не сильно различались, в частности по близкой, хотя и несколько разной мелководности и практически одинаковой солености.

Осадконакопление ассельского века практически на всей площади началось в относительно тиховодных обстановках, что позволило осаждаться и фиксироваться на дне микрозернистому материалу с последующим

образованием соответствующих известняков. Криноидеи и хрупкие колонии мшанок – тоже обитатели относительно спокойных условий. Подобная ситуация достаточно быстро изменилась. В северной зоне развития первого – биостромного – типа разреза, видимо, быстро произошло некоторое уменьшение глубины и началось более активное развитие водорослей. Обмеление, скорее всего, обусловлено более приподнятым, возможно, за счет роста локальных тектонических структур положением этой зоны. При этом, зона распространения биостромного массива в общих чертах характеризуется и наиболее высоким положением в современном структурном плане (рис. 2Б).

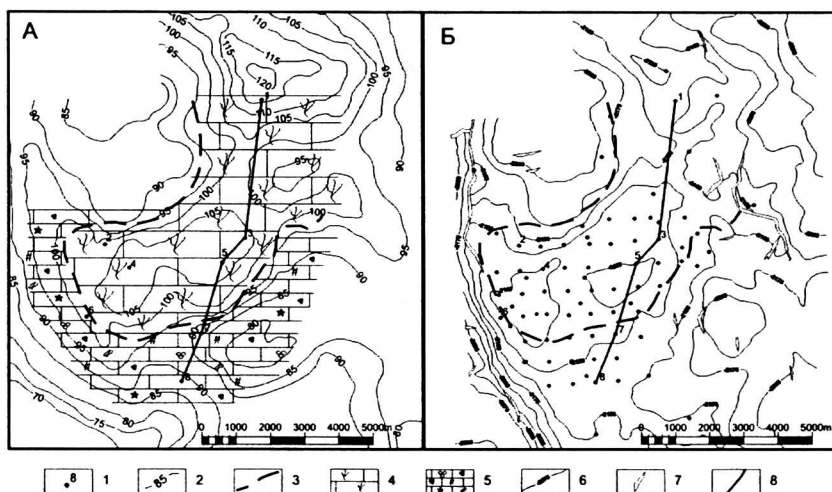


Рис. 2. Схематические карты ассельско-сакмарских отложений: А – литолого-фациальная, Б – структуры поверхности. Условные обозначения: 1 – скважины; 2 – изогипсы толщин ассельско-сакмарских отложений; 3 – граница фациальных зон; 4 – отложения отмели с преобладанием биогермных разностей известняков – область развития биостромного массива; 5 – отложения склонов отмели с развитием органогенно-обломочных и микрокомковато-сгустковых известняков; 6 – изогипсы по кровле ассельско-сакмарских отложений; 7 – разломы; 8 – линия профильного разреза (см. рис. 1).

Локально в центральной и северной зонах в основании разреза развиты мелководные биогермные, в том числе палеоаплизиновые, известняки, то есть здесь изначально были более мелководные участки. Это была обширная отмель, где в условиях лучшей освещенности шло более активное формирование карбонатного материала. При этом волнение в подобных мелководных условиях гасилось каркасообразующими организмами. Пластинчатая структура скелетов палеоаплизин идеально приспособлена противостоять волнению и одновременно предохранять образующийся под ним осадок от размыва.

На пологих южных склонах этой отмели были обильно распространены организмы, в том числе временами и биогермообразователи, но в целом преобладало формирование органогенно-обломочных разностей. Условия этой зоны, обрамляющей отмельную, были значительно более тиховодны. Это наглядно проявляется в количестве микрозернистого материала в виде распространения микросгустковых известняков и органогенно-обломочных пород с микрозернистым цементом.

Со временем общее повышение уровня моря привело к затуханию формирования известняков биогермной структуры и кровельная часть ассельско-сакмарского разреза по всей площади вновь представлена разнообразными органогенно-обломочными с микрозернистым цементом и комковато-сгустковыми известняками.

Рассмотренный пример отчетливо показывает различие карбонатного и терригенного силикокластического осадконакопления над локальными структурами, выраженными в рельефе дна бассейна. В обоих случаях над ними формируются более мелководные отложения, но в случае седиментации силикокластики мощность их сокращается по сравнению со склоновыми образованиями, в случае же карбонатной – идет более активная генерация карбонатного материала и мощность отложений увеличивается. В максимальном виде это проявляется в образовании рифов, в данном же случае – биостромного массива.

Глава 5. Коллекторские свойства карбонатных пород.

Среди описанных выше основных типов пород лишь часть из них обладает значимыми величинами коллекторских свойств, это:

- известняки микрокомковато-сгустковые водорослевые с органогенным детритом;
- известняки органогенно-обломочные с яснокристаллическим цементом: криноидно-мшанковые и фораминиферово-водорослевые;
- известняки биогермные: тубифитовые, микрокодиевые, водорослевые и палеоаплизинные разновидности.

Пустотное пространство представлено следующими типами: внутрiformенными и межformенными порами (главным образом, в органогенно-обломочных известняках), внутри- и межкаркасными пустотами (в биогермных породах) и кавернами.

Само наличие пустот, их виды, морфология, сообщаемость и прочие характеристики определяются, прежде всего, структурой породы – количеством и видами formенных структурных элементов («зерен»), их соотношениями друг с другом, с цементом, его количеством и типом. Эти показатели образуют первичное поровое, или точнее пустотное пространство, последнее, в свою очередь, во многом предопределяет проявление вторичных процессов и, прежде всего, выщелачивания с образованием каверн, т. е. в итоге обуславливают присущие ныне тем или иным породам фильтрационно-емкостные показатели.

В главе приведены обобщенные данные по коллекторским свойствам различных типов пород, приводятся кривые распределения величин пористости в структурных типах известняков, дается их объяснение, результаты анализа структуры пустотного пространства.

Преобладает порово-каверновый, точнее микрокаверновый тип пустотного пространства с разбросом значений открытой пористости от практически нулевой ($K_n \sim 0,04\%$) до 28,83% при изменении проницаемости от 0,0001 до 1254,01 мД. При этом основная масса пород имеет пористость в

пределах 10–24%. Отдельные отклонения-максимумы определяются вкладом тех или иных разновидностей.

Устанавливается весьма тесная связь коэффициентов пористости и проницаемости с коэффициентом корреляции 0,72. С ростом пористости практически линейно увеличивается проницаемость, что еще раз указывает на относительно однородный тип пустотного пространства и его каверново-поровую структуру, с практическим отсутствием трещин.

В этом отношении показателен относительно больший разброс значений проницаемости в низкопористых (до 5%) разностях. Низкие значения проницаемости в целом объясняются малыми значениями пористости и соответственно малым числом и размером фильтрующих каналов. Высокие значения проницаемости (более 10 и даже 100 мД) при низкой пористости определяются наличием трещин, поскольку именно в более плотных породах трещиноватость развита более активно.

Анализ коллекторских свойств разных структурно-генетических типов пород показывает, что оптимальными значениями обладают породы, формировавшиеся в обстановке активной гидродинамики. Это определило как высокую первичную пористость, так и наиболее активную вторичную переработку с образованием вторичных каверн.

Глава 6. Строение и характеристика природного резервуара.

Ассельско-сакмарский резервуар северной части Колвинского мегавала представлен двумя фациальными типами отложений – крайне мелководным биостромным массивом в центральной и северной частях исследуемого района и обрамлявшими его мелководными образованиями склонов отмели. Учитывая однотипный набор пород и в целом близкие средние значения пористости отдельных их типов, априори можно было бы предполагать и близкие характеристики резервуара разных фациальных зон. Вместе с тем, разные количественные соотношения в распространенности отдельных типов пород создают и определенные различия в характеристиках резервуара в зонах развития различных фаций.

Диапазон значений величин пористости в отложениях двух основных фациальных типов, в общем, близок (0,04–28,83% в зоне биостромного массива и 0,19–26,23% в окружающих его фациях). Близки также средние значения пористости в зоне биостромного массива – 12,08% (1509 определений) и в породах его обрамления – 11,30% (727 определений). Важно при этом, что меняется структура порового пространства, это и определяет значительные различия проницаемости. В зоне биостромного массива ее максимальные значения по отдельным скважинам составляют 410–1254 мД, а в обрамляющих отложениях – 141–299 мД. В породах с биогермной структурой, которые преобладают в зоне отмели, крупнее размер пустот, что и определяет большую проницаемость этих пород.

Тенденции изменения коллекторских свойств по разрезу двух фациальных зон принципиально однотипны, но различаются по количественным показателям. В обрамляющих биостромный массив отложениях склона отмели породы, слагающие не менее 30–40% нижней части разреза, имеют пористость менее 5%. Выше пористость ступенчато повышается до 5–15 и далее до 15–25%. Завершают разрез отложения с пористостью вновь менее 5%. В пределах биостромного массива в большинстве разрезов тенденция изменения пористости аналогична. Породы нижних интервалов характеризуются относительно низкими значениями, но они выше, чем в предыдущем случае и составляют 5–10%. Выше по разрезу они либо ступенчато, либо сразу возрастают до 10–20% и более 20%. В ряде случаев относительно высокие значения (>10%) распространены практически по всему разрезу. Несколько различный характер изменения пористости по разрезам биостромного массива связан, видимо, с тем, что слагающие его отдельные биостромы построены разными организмами. Максимальными показателями фильтрационно-емкостных свойств обладают палеоаплизиновые известняки, в то время как тубифитовые – минимальными среди всех типов пород-коллекторов.

Распространенные по всей территории в кровле ассельско-сакмарских отложений низкопористые породы являются, видимо, «ложной крышкой» данного резервуара.

В итоге намечается несколько различное строение резервуара в пределах этих фациальных зон (рис. 3). В пределах биостромного массива оно относительно однородно, т. е. высокопористые породы ($K_p > 10\%$) составляют практически весь разрез, а низкопористые (и низкопроницаемые) прослои либо отсутствуют, либо редки и маломощны и практически не влияют на вертикальную фильтрацию. При этом, велика доля пород с пористостью более 20%.

В обрамляющих отложениях разрез в существенно большей степени дифференцирован, пласты с различным значением коэффициентов пористости чередуются между собой. При этом возрастает количество и мощность пластов с пористостью менее 10%. Подобное строение несколько ограничивает (но не прекращает!) вертикальное перемещение флюидов; при этом относительно возрастает латеральная фильтрация.

Таким образом, в пределах северной части Колвинского мегавала развит достаточно редкий, точнее редко определяемый резервуар биостромного типа. Дело в том, что рифовая природа карбонатных тел, кроме литологических и фаунистических показателей устанавливается по морфологии – наличию холмовидного массива, в то время как биостромы не выражены в рельефе и мощностях. Их идентификация возможна при, если не 100 процентном, то весьма значительном выносе керна и детальном литологическом исследовании. Вместе с тем можно говорить, что для резервуаров подобного биостромного типа имеется ряд общих черт, отличающих их от синхронных вмещающих отложений иного фациального облика. Здесь, во-первых, как правило, развиты породы с более высокими значениями коллекторских параметров и, во-вторых, вертикальный разрез более однородный, резервуар приобретает черты массивного.

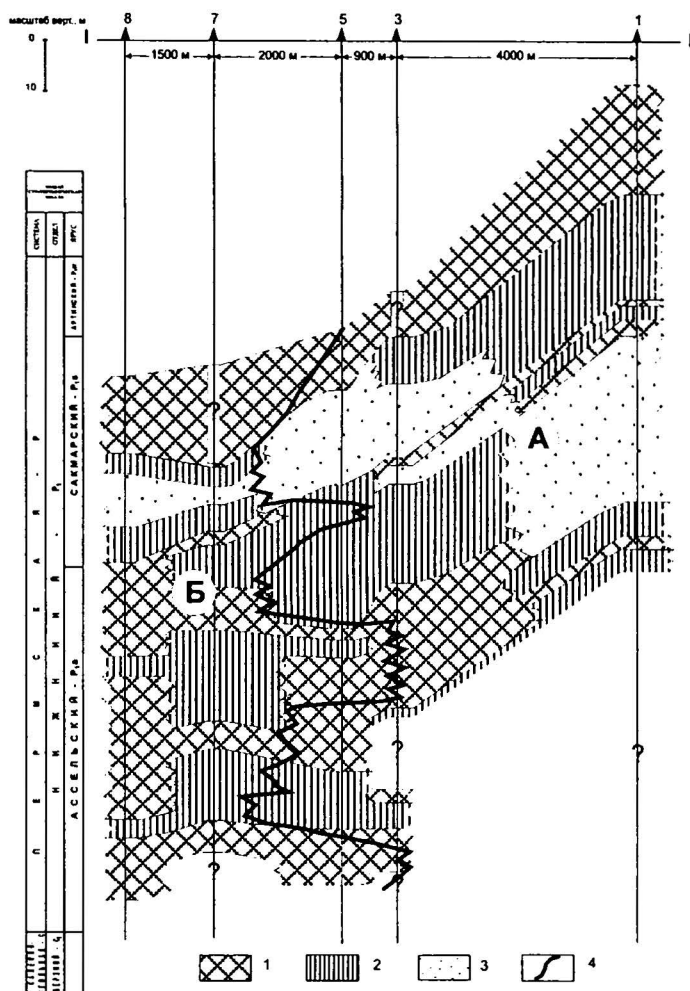


Рис. 3. Профильный разрез природного резервуара ассельско-сакмарских отложений. Интервалы значений пористости: 1 – менее 10%; 2 – 10-20%; 3 – более 20%. 4 – граница фациальных зон. А – отложения отмели с преобладанием биогермных разностей известняков – область развития биостромного массива; Б – отложения склонов отмели с развитием органогенно-обломочных и микрокомковато-сгустковых известняков.

Судя по общей палеогеографической ситуации, подобные типы резервуаров могут быть развиты и на других площадях Тимано-Печорской провинции. Ловушки таких залежей практически исключительно

структурные при полном отсутствии или с минимальным влиянием палеогеоморфологического и латерального литологического экранирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе детальных петрографических исследований, изучения распределения типов пород по площади и в разрезе восстановлены условия образования ассельско-сакмарских отложений северной части Колвинского мегавала, показано, что осадконакопление происходило в пределах обширной отмели, где был сформирован биостромный массив, и на обрамлявших его склонах с накоплением преимущественно органогенно-обломочных и микрокомковато-сгустковых известняков.

2. Установлено, что основные типы пустот представлены порами и кавернами, выявлены соотношения ФЕС со структурными типами карбонатных пород, прямые связи K_n и K_{np} , что свидетельствует об относительно незначительной роли трещиноватости.

3. Показано, что строение природного резервуара и качество коллекторов связано с фациальными условиями образования ассельско-сакмарских отложений. В пределах биостромного массива резервуар имеет характер массивного с относительно повышенными значениями ФЕС, на его обрамлении – резервуар многослойный.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Оленова К.Ю. Строение и коллекторские свойства биогермов рифовых массивов северной части Печоро-Колвинского мегавала // Материалы V Всероссийского литологического совещания «Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли». – Екатеринбург, 2008. С.

2. Оленова К.Ю. Микрокодиевые известняки северной части Колвинского мегавала – объект поисково-разведочных работ. // XVIII Губкинские чтения «Инновационное развитие нефтяной и газовой промышленности России: наука и образование». Тезисы докладов. – М., 2009. С. 99-100.

3. Оленова К.Ю. Строение и коллекторские свойства биогермов перми северной части Колвинского мегавала // Нефть, газ и бизнес. – М., 2010, №1. С. 64-66.

4. Оленова К.Ю. Коллекторские свойства органогенных карбонатных пород различной структуры (нижняя пермь Колвинский мегавал). // Рифы и карбонатные псефитолиты: Материалы Всероссийского литологического совещания. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2010. С. 131-132.

5. Оленова К.Ю. Соотношение коллекторских свойств со структурными типами пород. // Известия вузов. Нефть и газ. – Тюмень, декабрь 2010, №6. С. 19-26.

6. Оленова К.Ю. Нижнепермские отложения северной части Колвинского мегавала (Тимано-Печорская плита) – литология, условия образования, строение резервуаров нефти и газа. // Молодые в геологии нефти и газа: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – М., ФГУП «ВНИГНИ», 2011. С. 58-59.

7. Оленова К.Ю. Микрокодиевые известняки северной части Колвинского мегавала. // Литология и геология горючих ископаемых, № V (21). Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2011. С. 68-75.

8. Оленова К.Ю. Литология и условия образования нижнепермских карбонатных отложений северной части Колвинского мегавала (Тимано-Печорская плита) // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: материалы 6-го Всероссийского литологического совещания. – Казань: Казан. ун-т, 2011. – Том II. С. 118-122.

Подписано в печать 17.11.2011.

Бумага офсетная

Тираж 100 экз.

Формат 60×90/16.

Усл. п.л.

Заказ № 493

Издательский центр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина
119991, Москва, Ленинский проспект, 65
Тел.: 8(499)233-95-44

10²